

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juli 2005 (07.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/061989 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01B 11/24**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002816

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Dezember 2004 (22.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 61 569.5 23. Dezember 2003 (23.12.2003) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

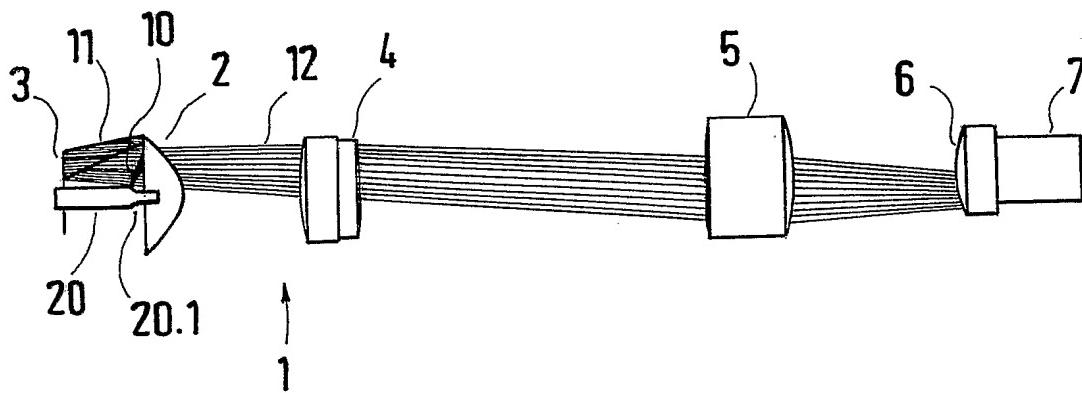
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **THOMINET, Vincent [CH/CH]**; Place de Casino 2, CH-1110 Morges (CH). **KALLMANN, Ulrich [DE/DE]**; Haaggasse 17, 72070 Tübingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTICAL IMAGING SYSTEM

(54) Bezeichnung: OPTISCHES ABBILDUNGSSYSTEM



**(57) Abstract:** The invention relates to an optical imaging system, with an arrangement (1) of optical components, for the generation of an image of an at least partly radially-symmetrical light-emitting surface (20.1) of a component (20), for an optical surface measurement thereof, whereby the normal to the plane of the radially-symmetrical region, in the measuring position of the component, is inclined at an angle of at most 90° relative to the component axis. According to the invention, radially-symmetrical outer surface regions, with a normal to the plane aligned at an angle to the axis of symmetry, can be rapidly and simply subjected to the checking of surface properties, whereby the arrangement (1) is embodied for measuring outer surfaces (20.1) and comprises a mirror (2) provided on the component (20), which records the radiation component, emitted by the radially-symmetrical region of the surface for measurement, in the measuring condition and further imaging components of the arrangement (1) are introduced to provide the image.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf ein optisches Abbildungssystem mit einer Anordnung (1) von optischen Komponenten zum Erzeugen einer Abbildung einer zumindest abschnittsweise radialsymmetrischen Licht abstrahlenden Oberfläche (20.1) eines Bauteils (20) für eine optische Oberflächenmessung desselben, wobei die Flächennormale des radialsymmetrischen Bereichs in Messlage des Bauteils unter einem Winkel von höchstens 90° gegenüber der Bauteilachse geneigt ist. Radialsymmetrische Außen-Oberflächenbereiche mit schräg zur Symmetriearchse gerichteten Flächennormalen können der Prüfung von Oberflächeneigenschaften

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**WO 2005/061989 A1**



GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## **Optisches Abbildungssystem**

Die Erfindung bezieht sich auf ein optisches Abbildungssystem mit einer Anordnung von optischen Komponenten zum Erzeugen einer Abbildung einer zu mindest abschnittsweise radialsymmetrischen Licht abstrahlenden Oberfläche eines Bauteils für eine optische Oberflächenmessung desselben, wobei die Flächennormale des radialsymmetrischen Bereichs in Messlage des Bauteils unter einem Winkel von höchstens  $90^\circ$  gegenüber der Bauteilachse bzw. der Symmetriearchse geneigt ist.

### **Stand der Technik**

Ein derartiges optisches Abbildungssystem ist beispielsweise in der WO02/14858 und der WO01/27558 angegeben. Dieses bekannte Abbildungssystem ermöglicht es, Messungen auch an Oberflächenbereichen in engen Bohrungen durchzuführen, wobei bei der Abbildung Interferenzmuster erzeugt

werden, die mit Methoden der sogenannten Weißlichtinterferometrie ausgewertet werden.

Grundsätzlich sind auch andere interferometrische Messmethoden zum Beurteilen von Oberflächeneigenschaften geeignet, wie etwa die Heterodyninterferometrie. Allgemein sei zur Interferometrie auf A. Donges, R. Noll, in "Lasermesstechnik", Hüthig Verlag, 1993 und zur Heterodyninterferometrie auf H.J. Tiziani, "Optical methods for precision measurements", Optical and Quantum Electronics, Vol 21, 253-282, 1989 verwiesen. Oberflächeneigenschaften können beispielsweise Rauigkeit, geometrische Formen oder geometrische Formabweichungen sein. Als optische Messmethoden kommen auch z.B. Methoden der Bildauswertung in Frage, die andere Informationen als die Interferenzerscheinungen in der Abbildung bewerten.

Insbesondere auch die Fertigung von Präzisionsteilen erfordert zur Sicherung der Qualität der entsprechenden Bauteile geeignete Messmethoden zur Erfassung z.B. der Geometrie und der Beschaffenheit der Teile. Auch hierbei leisten die optischen Messmethoden wie die Bilderfassung und Bildauswertung sowie die Interferometrie wichtige Beiträge. Zusätzlich zu der Anforderung an die Präzision eines Messsystems bei der Erfassung der interessierenden Merkmale kommt die Anforderung an eine hohe Messgeschwindigkeit, die eine Integration des Messsystems in einen schnellen und automatisierten Produktionsprozess ermöglicht. Diese Anforderungen lassen sich für viele Präzisionsteile, die z.B. eine vorwiegend ebene Geometrie besitzen, durch bekannte Verfahren und verfügbare optische Komponenten erfüllen. Auch können bereits Messungen in engen Hohlräumen mit den vorstehend genannten Systemen nach der WO02/14858 und WO01/27558 vorgenommen werden. Für eine Klasse von Präzisionsteilen, die z.B. durch gekrümmte Außenflächen des Bauteils oder annähernd durch einen

Außenkonus charakterisiert werden können, wie z.B. Ventilnadeln, existiert bisher keine zufriedenstellende Lösung, die die oben genannten Anforderungen gleichzeitig erfüllen könnte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches Abbildungssystem der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit dem zumindest abschnittsweise radialsymmetrische Außen-Oberflächen derart abgebildet werden, dass die Oberflächeneigenschaften schnell und mit möglichst wenig Aufwand feststellbar sind.

## Vorteile der Erfindung

Diese Aufgabe der Erfindung wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hierbei ist vorgesehen, dass die Anordnung zum Vermessen von Außen-Oberflächen ausgebildet ist und einen dem Bauteil zuordenbaren Spiegel aufweist, der im Messzustand den von dem zu vermessenden radialsymmetrischen Bereich der Oberfläche abgestrahlten Strahlanteil erfasst und weiteren Abbildungskomponenten der Anordnung zur Aufbereitung der Abbildung zuführt.

Die auf diese Weise erreichte Abbildung des radialsymmetrischen Bereiches, beispielsweise einer abschnittsweisen oder vollständigen Außenkonusfläche oder zylindrischen oder auch konkav oder konvex bezüglich der Achsrichtung gekrümmten Außenfläche, ergibt einen großen Messbereich, der mit einer Messung abgedeckt werden kann. Dies ermöglicht eine kurze Messzeit und in vielen Fällen, wie z.B. bei der Prüfung von Ventilnadeln, den Einsatz eines solchen optischen Messsystems in der automatisierten Fertigung.

Die genannten Maßnahmen ermöglichen das Sammeln eines großen Anteils der Lichtstrahlen, ausgehend von einem Punkt auf der rädialsymmetrischen Außen-

oberfläche trotz des ungünstigen Abstrahlungswinkels. Dies lässt eine hohe  
5 Auflösung der Abbildung zu und trägt zu einer hohen Präzision des Messsystems  
bei.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.  
10

Die präzise Abbildung des zu vermessenden radialsymmetrischen Bereichs unter  
Abdeckung eines großen Messbereichs wird dadurch begünstigt, dass der Spiegel  
zumindest abschnittsweise radialsymmetrisch ausgebildet ist und im Mess-  
zustand zum direkten Aufnehmen des von dem Bereich abgestrahlten Lichts aus-  
15 gebildet und angeordnet ist.

Der Aufbau des Abbildungssystems bei vorteilhafter Strahlführung wird auch da-  
durch begünstigt, dass der Spiegel umlaufend radialsymmetrisch ausgebildet ist  
und eine zentrale Öffnung aufweist und dass ein im Strahlengang dem Spiegel  
nachgeordnetes reflektierendes optisches Element das von dem Spiegel reflek-  
20 tierte Licht aufnimmt und durch die zentrale Öffnung lenkt.

Ist vorgesehen, dass das reflektierende optische Element ebenfalls radial-  
symmetrisch ausgebildet ist und eine zentrale Öffnung aufweist, ergibt sich eine  
einfache Anordnungsmöglichkeit z.B. auch langgestreckter Bauteile bezüglich  
25 des Abbildungssystems, woraus sich Vorteile beim Einsatz in einem Fertigungs-  
prozess ergeben.

Um gewünschte Abbildungseigenschaften zu erzielen, sind des Weiteren die  
30 Maßnahmen von Vorteil, dass dem reflektierenden optischen Element zur Auf-  
bereitung der Abbildung im Strahlengang Linsenelemente nachgeordnet sind.

5 Genaue Oberflächenmessungen können z.B. dadurch vorgenommen werden, dass die Anordnung so ausgebildet ist, dass sie eine interferometrisch auswertbare Abbildung erzeugt.

10 Ein vorteilhafter Aufbau lässt sich auch dadurch erreichen, dass die Anordnung einen flächenhaften Bildaufnehmer aufweist, auf den die Abbildung erfolgt.

15 Ist vorgesehen, dass die Anordnung als Objektarm eines interferometrisch arbeitenden Messsystems ausgestaltet ist, ergibt sich eine günstige Integration in ein derartiges Messsystem.

20 Für die Ankopplung an ein Auswertesystem können auch die Maßnahmen von Vorteil sein, dass die Anordnung in der Weise ausgebildet ist, dass sie ein Zwischenbild erzeugt.

25 Eine weitere Aufbauvariante besteht darin, dass dem Spiegel zur Aufnahme der von diesem reflektierten Strahlung ein transmissives optisches Element unmittelbar nachgeordnet ist.

30 Mit den vorstehend angegebenen Maßnahmen können die genannten, zumindest abschnittsweise radialsymmetrischen Außen-Oberflächenbereiche, wie etwa die Außenkonusflächen, vorteilhaft abgebildet werden. Derartige Außenflächen weisen, wenn sie optisch abgebildet werden, eine vorwiegende Abstrahlungsrichtung der Lichtstrahlen auf, die entlang der Flächennormalen verläuft. Diese Flächennormalen sind für die radialsymmetrischen Außen-Oberflächenbereiche, beispielsweise die Außenkonusflächen, radialsymmetrisch angeordnet und schließen, je nach Art des radialsymmetrischen Flächenbereiches, einen relativ großen Winkel von z.B.  $> 45^\circ$  gemessen zur Längsachse des radialsymmetri-

schen Bereichs ein. Die beschriebene Anordnung von optischen Flächen und  
5 Komponenten ist in der Lage, die von der zu vermessenden Fläche des Bauteils  
ausgehenden Lichtstrahlen so umzulenken und zu sammeln, dass trotz der un-  
günstigen Abstrahlungsrichtung relativ zur Längsachse des radialsymmetrischen  
Bereichs bzw. des Bauteils eine für die Auswertung geeignete Abbildung der  
10 Fläche entsteht. Zusätzlich ist das optische System so ausgelegt, dass z.B. ein  
gesamter umlaufender Bereich in ein Gebiet abgebildet wird, welches mit ein-  
fachen Maßnahmen und in kurzer Zeit eine weitere Auswertung ermöglicht. Das  
Bild eines Umlaufs der radialsymmetrischen Fläche kann direkt von einem flä-  
15 chenhaft messenden Lichtdetektor, wie z.B. einer CCD-Kamera aufgefangen  
werden oder einem weiteren optischen System zur Verfügung gestellt werden,  
das z.B. auf der Grundlage der Weißlichtinterferometrie arbeitet.

Zum Auswerten der Abbildung wird diese vorteilhaft in einer zur optischen  
Achse der Anordnung bzw. der Symmetriearchse des radialsymmetrischen, zu  
vermessenden Oberflächenbereichs senkrechten Ebene erzeugt, wobei die Ab-  
bildung auch Erhebungen oder Vertiefungen erhalten kann, die bei der weiteren  
20 Auswertung z.B. durch Abtasten auf einfache Weise berücksichtigt werden kön-  
nen. Beispielsweise kann auf diese Weise ein Übergangsbereich einer Außen-  
konusfläche einer Ventilnadel in einen zylindrischen Bereich derselben vermessen  
werden, wobei die kreisringförmige Übergangslinie zwischen den beiden Berei-  
chen in der Abbildung als in Richtung des Strahlenganges am höchsten (zuvor-  
25 derst) liegende Grad-Linie wiedergegeben wird.

### Zeichnung

30 Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezug-  
nahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

5 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines optischen Abbildungssystems für einen Außenkonus eines Bauteils mit einem Strahlenverlauf und

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt des Abbildungssystems nach Fig. 1.

10 Ausführungsbeispiel

Wie aus den Fig. 1 und 2 ersichtlich, ist einem Bauteil 20 ein optisches Abbildungssystem mit einer Anordnung 1 von optischen Komponenten zugeordnet, mit dem eine umlaufende radialsymmetrische Außenkonusfläche des Bauteils 20 beispielsweise auf einen Bildaufnehmer 6 einer Verarbeitungseinrichtung 7 abgebildet wird.

15

Ein von der zu vermessenden Außenkonusfläche 20.1 z.B. durch Reflexion abgestrahltes Strahlenbündel 10 trifft auf eine entsprechend der Außenkonusfläche 20.1 radialsymmetrisch um dieselbe Symmetriearchse umlaufende nutzbare Fläche 2.1 eines Spiegels 2, der eine zentrale Öffnung 2.2 aufweist. Das von der nutzbaren Fläche 2.1 des Spiegels 2 reflektierte Strahlenbündel 10 wird auf ein weiteres reflektierendes optisches Element 3, vorzugsweise in Form eines weiteren Spiegels, gerichtet und von diesem durch die Öffnung 2.2 des Spiegels 2 gelenkt und über im weiteren Strahlengang angeordnete Linsenelemente 4, 5 aufbereitet, um auf dem Bildaufnehmer 6 die optische Abbildung der zu vermessenden Außenkonusfläche 20.1 zu erzeugen. Das weitere reflektierende optische Element 3 besitzt ebenfalls einen zu der gemeinsamen Symmetriearchse radialsymmetrisch umlaufenden nutzbaren Flächenbereich 3.1, der eine zentrale Öffnung 3.2 umgibt. Das Bauteil 20 kann auf einfache Weise beispielsweise während eines Fertigungsprozesses durch die zentrale Öffnung 3.2 derart in das

20

25

30

optische Abbildungssystem eingeführt werden, dass es die für die gewünschte  
5 Abbildung erforderliche relative Lage zu dem Spiegel 2 einnimmt.

Das zu vermessende Bauteil 20, z.B. eine Ventilnadel, wird also in dem optischen Abbildungssystem positioniert, wobei die zentralen Öffnungen 2.2 und 10 3.2 des Spiegels und des weiteren reflektierenden optischen Elementes 3 eine einfache Anordnung zulassen. Bei kürzeren Bauteilen ist auch eine Ausführungsform denkbar, bei der das weitere reflektierende optische Element in Form des weiteren Spiegels 3 keine zentrale Öffnung besitzt und das Bauteil von der Seite zwischen dem Spiegel 2 und dem weiteren reflektierenden optischen Element 3 eingeführt wird. Die genaue Form und Größe der Spiegel 2 und 3 ist dem zu 15 vermessenden Bauteil bzw. dem zu vermessenden radialsymmetrischen Bereich, beispielsweise in Form der Außenkonuskurve 20.1 angepasst, um eine für die nachfolgende Auswertung geeignete Abbildung zu erzeugen. Wird das abgestrahlte Strahlenbündel 10 durch Reflexion erzeugt, so wird zumindest der zu vermessende Bereich des Bauteils 20 je nach gewünschter Arbeitsweise des 20 auswertenden Verarbeitungsabschnittes des Messsystems geeignet beleuchtet. Beispielsweise wird eine kurzkohärente Strahlung zur Beleuchtung verwendet, wenn die Auswertung mittels Weißlichtinterferometrie vorgenommen werden soll und Interferenzmuster zur Beurteilung der Oberflächeneigenschaften zu 25 grunde gelegt werden sollen. Die Spiegel 2, 3 können neben den reinen Umlenkungseigenschaften auch zum Miterzeugen der gewünschten Abbildung Abbildungseigenschaften besitzen und z.B. eben, konkav oder konvex gekrümmt sein und auch in ihrem Neigungswinkel zum Führen des Strahlenbündels unterschiedlich bezüglich der Symmetriearchse ausgerichtet sein.

Bei einer alternativen Ausführungsform des optischen Abbildungssystems ist es 30 auch denkbar, das weitere reflektierende optische Element 3 durch ein trans-

missives Element, wie z.B. eine Linse oder ein prismatisches Element oder dgl. zu 5 ersetzen, so dass der Strahlengang im Vergleich zu Fig. 1 in der entgegen gesetzten Richtung verläuft und durch nachgeordnete weitere Abbildungselemente aufbereitet werden kann.

Das Abbildungssystem kann z.B. ganz oder teilweise als Objektarm eines Interferometers 10 ausgebildet sein, dem ein Referenzarm zugeordnet ist, wie bei interferometrischen Messungen üblich. Das optische Abbildungssystem kann auch derart ausgebildet sein, dass mit ihm ein der Auswertung zugrunde zu legendes Zwischenbild erzeugt wird.

Mit dem optischen Abbildungssystem können insbesondere radialsymmetrische Flächenbereiche des Bauteils 20 für eine weitere Auswertung abgebildet werden, deren Flächennormalen schräg zur Symmetrieachse verlaufen und in einem Winkelbereich zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  zur Symmetrieachse geneigt sind. Das heißt ein Winkel der Normalen von  $90^\circ$  zur Symmetrieachse würde zu einem 15 zylindrischen Oberflächenbereich des Bauteils 20 gehören, während ein Normalenwinkel von  $0^\circ$  bezüglich der Symmetrieachse eine Fläche senkrecht zur Symmetrieachse darstellen würde. Jedoch hat das beschriebene optische Abbildungssystem insbesondere Vorteile bei zwischen diesen Grenzflächen schräg 20 zur Symmetrieachse verlaufenden Flächennormalen.

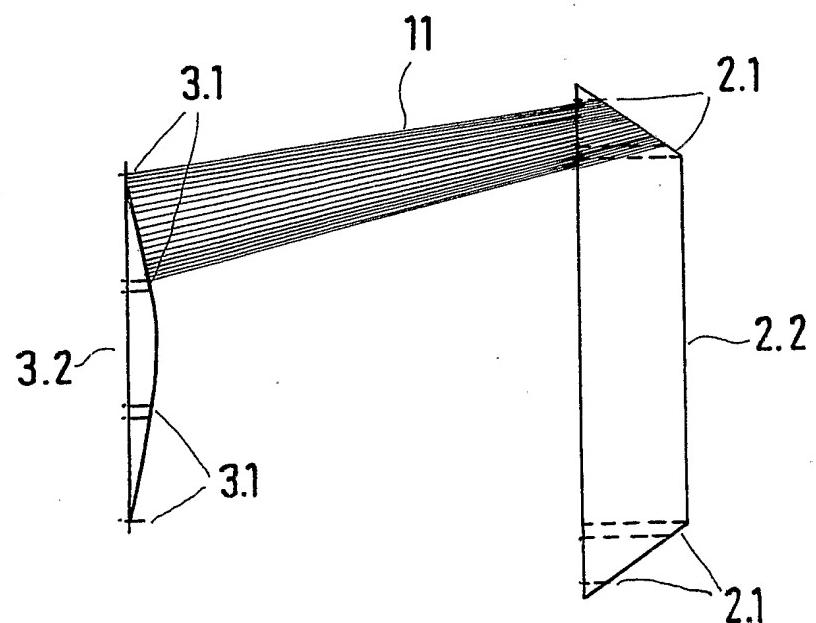
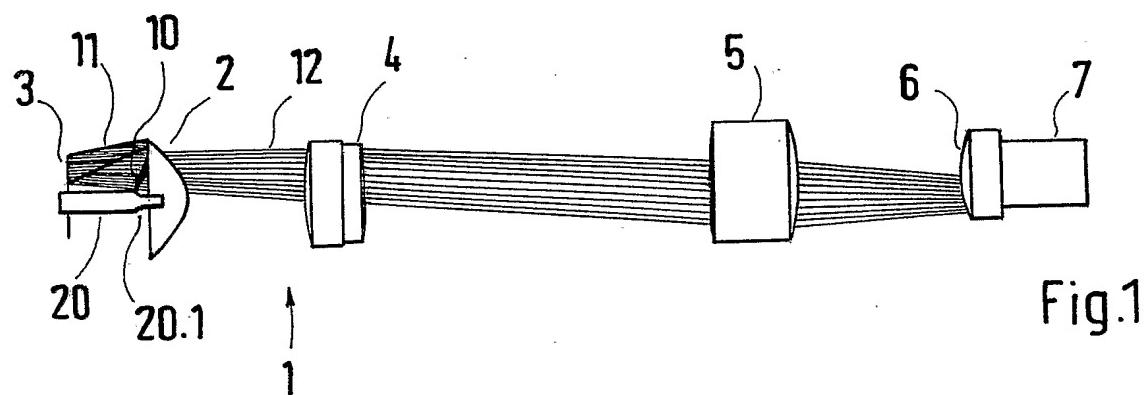
**Ansprüche**

1. Optisches Abbildungssystem mit einer Anordnung (1) von optischen Komponenten zum Erzeugen einer Abbildung einer zumindest abschnittsweise radialsymmetrischen Licht abstrahlenden Oberfläche (20.1) eines Bauteils (20) für eine optische Oberflächenmessung desselben, wobei die Flächennormale des radialsymmetrischen Bereichs in Messlage des Bauteils unter einem Winkel von höchstens  $90^\circ$  gegenüber der Bauteilachse geneigt ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anordnung (1) zum Vermessen von Außen-Oberflächen (20.1) ausgebildet ist und einen dem Bauteil (20) zuordenbaren Spiegel (2) aufweist, der im Messzustand den von dem zu vermessenden radial-symmetrischen Bereich der Oberfläche abgestrahlten Strahlanteil erfasst und weiteren Abbildungskomponenten der Anordnung (1) zur Aufbereitung der Abbildung zuführt.
2. Abbildungssystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Spiegel (2) zumindest abschnittsweise radialsymmetrisch ausgebildet ist und im Messzustand zum direkten Aufnehmen des von dem Bereich abgestrahlten Lichts ausgebildet und angeordnet ist.

3. Abbildungssystem nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Spiegel (2) umlaufend radialsymmetrisch ausgebildet ist und eine  
zentrale Öffnung (2.2) aufweist und  
dass ein im Strahlengang dem Spiegel (2) nachgeordnetes reflektierendes  
optisches Element (3) das von dem Spiegel (2) reflektierte Licht aufnimmt  
und durch die zentrale Öffnung (2.2) lenkt.
4. Abbildungssystem nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das reflektierende optische Element (3) ebenfalls radialsymmetrisch  
ausgebildet ist und eine zentrale Öffnung (3.2) aufweist.
5. Abbildungssystem nach Anspruch 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass dem reflektierenden optischen Element (3) zur Aufbereitung der Ab-  
bildung im Strahlengang Linsenelemente (4, 5) nachgeordnet sind.
6. Abbildungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anordnung (1) so ausgebildet ist, dass sie eine interferometrisch  
auswertbare Abbildung erzeugt.
7. Abbildungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anordnung (1) einen flächenhaften Bildaufnehmer (6) aufweist,  
auf den die Abbildung erfolgt.

8. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anordnung (1) als Objektarm eines interferometrisch arbeitenden  
Messsystems ausgestaltet ist.
9. Abbildungssystem nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anordnung (1) in der Weise ausgebildet ist, dass sie ein Zwischenbild erzeugt.
10. Abbildungssystem nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass dem Spiegel (2) zur Aufnahme der von diesem reflektierten Strahlung ein transmissives optisches Element unmittelbar nachgeordnet ist.

1/1



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002816

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01B11/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01B G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 709 431 A (CECIL REGINALD BURCH; JAMES MORRISS BURCH; METROPOLITAN-VICKERS ELECTR) 26 May 1954 (1954-05-26) page 2, lines 27-96 figures 1,2 -----	1-3,5,6, 8
A	GB 673 971 A (METROPOLITAN-VICKERS) 18 June 1952 (1952-06-18) page 2, lines 40-78 figures 1-3 -----	4,7,9,10
X	EP 0 047 936 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN UND MUNCHEN) 24 March 1982 (1982-03-24) page 5, line 31 - page 8, line 16; figures 1,5,6 -----	1,2,6,8, 9
		3-5,7,10
X		1-5,7
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

1 April 2005

13/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kunz, L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002816

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 872 752 A (AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE) 21 October 1998 (1998-10-21) column 2, lines 11-51 column 4, lines 23-51 figures 1,2 -----	1-8,10
A		9
X	US 4 875 777 A (HARDING ET AL) 24 October 1989 (1989-10-24) column 2, line 63 - column 4, line 31 figure 2 -----	1,2,7,10
X	US 3 927 254 A (LESSMAN ET AL) 16 December 1975 (1975-12-16) column 2, line 64 - column 3, line 67 figures 1,2 -----	1-4,7
A		5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No  
PCT/DE2004/002816

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
GB 709431	A 26-05-1954	NONE		
GB 673971	A	NONE		
EP 0047936	A 24-03-1982	DE EP	3035082 A1 0047936 A1	22-04-1982 24-03-1982
EP 0872752	A 21-10-1998	FR CA EP JP	2762402 A1 2235059 A1 0872752 A1 10301033 A	23-10-1998 18-10-1998 21-10-1998 13-11-1998
US 4875777	A 24-10-1989	GB	2210452 A ,B	07-06-1989
US 3927254	A 16-12-1975	NONE		

## INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2004/002816

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes  
IPK 7 G01B11/24

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01B G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 709 431 A (CECIL REGINALD BURCH; JAMES MORRISS BURCH; METROPOLITAN-VICKERS ELECTR) 26. Mai 1954 (1954-05-26) Seite 2, Zeilen 27-96 Abbildungen 1,2 -----	1-3,5,6, 8
A	GB 673 971 A (METROPOLITAN-VICKERS) 18. Juni 1952 (1952-06-18) Seite 2, Zeilen 40-78 Abbildungen 1-3 -----	4,7,9,10
X	EP 0 047 936 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN UND MUNCHEN) 24. März 1982 (1982-03-24) Seite 5, Zeile 31 - Seite 8, Zeile 16; Abbildungen 1,5,6 -----	1,2,6,8, 9
X	----- -/-	3-5,7,10
X	----- -/-	1-5,7

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Aussistung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

1. April 2005

13/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kunz, L

## INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002816

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 872 752 A (AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE) 21. Oktober 1998 (1998-10-21) Spalte 2, Zeilen 11-51 Spalte 4, Zeilen 23-51 Abbildungen 1,2 -----	1-8,10
A		9
X	US 4 875 777 A (HARDING ET AL) 24. Oktober 1989 (1989-10-24) Spalte 2, Zeile 63 - Spalte 4, Zeile 31 Abbildung 2 -----	1,2,7,10
X	US 3 927 254 A (LESSMAN ET AL) 16. Dezember 1975 (1975-12-16) Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 67 Abbildungen 1,2 -----	1-4,7
A		5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen  
PCT/DE2004/002816

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 709431	A 26-05-1954	KEINE		
GB 673971	A	KEINE		
EP 0047936	A 24-03-1982	DE EP	3035082 A1 0047936 A1	22-04-1982 24-03-1982
EP 0872752	A 21-10-1998	FR CA EP JP	2762402 A1 2235059 A1 0872752 A1 10301033 A	23-10-1998 18-10-1998 21-10-1998 13-11-1998
US 4875777	A 24-10-1989	GB	2210452 A ,B	07-06-1989
US 3927254	A 16-12-1975	KEINE		